

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. Januar 2004 (22.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/008543 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 29/732, 29/167**

Hugo-Weiss-Str. 13, 81827 München (DE). MEISTER, Thomas [DE/DE]; Schlesierstr. 15, 82024 Taufkirchen (DE). ROMANYUK, Andriy [UA/DE]; Schlierachstr. 13, 83727 Schliersee (DE). SCHÄFER, Herbert [DE/DE]; Altlaufstr. 15, 85635 Höhenkirchen-Siegertsbrunn (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007553

(74) Anwalt: BANZER, Hans-Jörg; Kraus & Weisert, Thomas-Wimmer-Ring 15, 80539 München (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum: 11. Juli 2003 (11.07.2003)

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 102 31 407.1 11. Juli 2002 (11.07.2002) DE

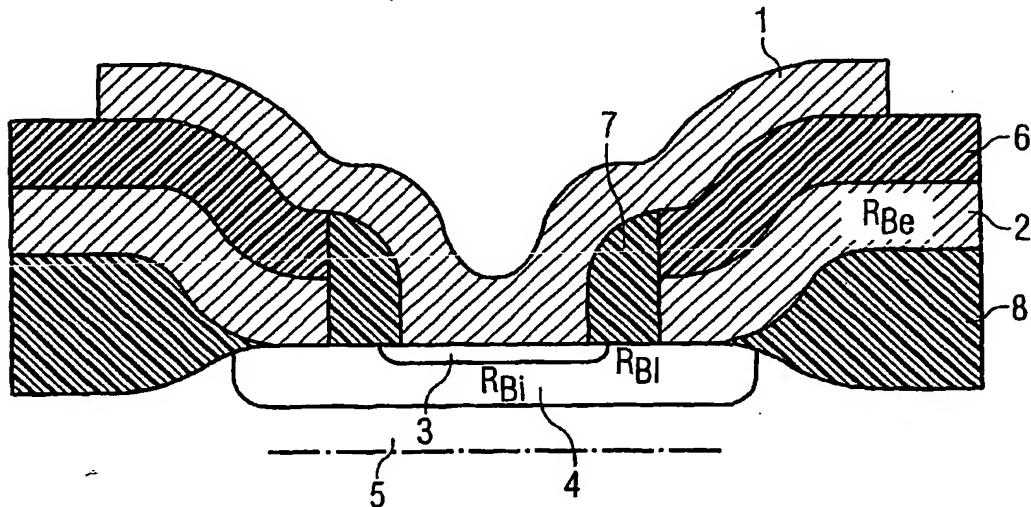
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BÖCK, Josef [DE/DE];

(54) Title: BIPOLAR TRANSISTOR

(54) Bezeichnung: BIPOLARTRANSISTOR



WO 2004/008543 A1

(57) **Abstract:** According to the invention, the base resistance may be reduced and thus a low-resistance base electrode of a bipolar transistor produced, whereby a polysilicon layer is used as base electrode (2) in which impurity atoms, in particular C atoms are applied, which provide a high density of lattice holes in the polysilicon layer.

(57) **Zusammenfassung:** Zur Reduzierung des Basiswiderstandes und damit zur Erzielung einer niederohmigen Basiselektrode eines Bipolartransistors wird als Basiselektrode (2) eine Polysiliziumschicht verwendet, in der Fremdatome, insbesondere C-Atome, eingebracht sind, die eine hohe Dichte an Gitterleerstellen in der Polysiliziumschicht bewirken.

## (12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

## BERICHTIGTE FASSUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
22. Januar 2004 (22.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/008543 A1(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H01L 29/732,  
29/167Hugo-Weiss-Str. 13, 81827 München (DE). MEISTER,  
Thomas [DE/DE]; Schlesierstr. 15, 82024 Taufkirchen  
(DE). ROMANYUK, Andriy [UA/DE]; Schlierachstr. 13,  
83727 Schliersee (DE). SCHÄFER, Herbert [DE/DE];  
Altlaufstr. 15, 85635 Höhenkirchen-Siegertsbrunn (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007553

(74) Anwalt: BANZER, Hans-Jörg; Kraus & Weisert,  
Thomas-Wimmer-Ring 15, 80539 München (DE).(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Juli 2003 (11.07.2003)(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,  
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,  
GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR,  
KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK,  
MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT,  
RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR,  
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 31 407.1 11. Juli 2002 (11.07.2002) DE(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-  
Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

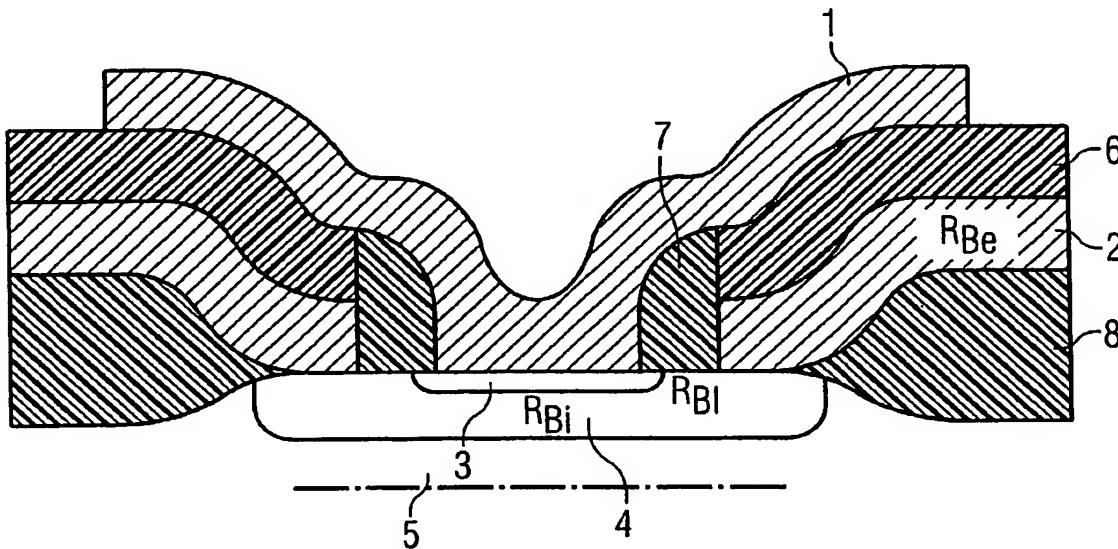
(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BÖCK, Josef [DE/DE];

{Fortsetzung auf der nächsten Seite}

(54) Titel: BIPOLAR TRANSISTOR

(54) Bezeichnung: BIPOLARTRANSISTOR



WO 2004/008543 A1

(57) Abstract: According to the invention, the base resistance may be reduced and thus a low-resistance base electrode of a bipolar transistor produced, whereby a polysilicon layer is used as base electrode (2) in which impurity atoms, in particular C atoms are applied, which provide a high density of lattice holes in the polysilicon layer.

(57) Zusammenfassung: Zur Reduzierung des Basiswiderstandes und damit zur Erzielung einer niederohmigen Basiselektrode eines Bipolartransistors wird als Basiselektrode (2) eine Polysiliziumschicht verwendet, in der Fremdatome, insbesondere C-Atome, eingebracht sind, die eine hohe Dichte an Gitterleerstellen in der Polysiliziumschicht bewirken.



(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(48) **Datum der Veröffentlichung dieser berichtigten Fassung:**  
7. Oktober 2004

(15) **Informationen zur Berichtigung:**  
siehe PCT Gazette Nr. 41/2004 vom 7. Oktober 2004, Section II

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

## Beschreibung

## Bipolartransistor

5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Bipolartransistor, der insbesondere in Form eines so genannten selbstjustierten Bipolartransistors ausgebildet sein kann.

Bei Bipolartransistoren ist der so genannte Basisbahnwiderstand (nachfolgend kurz als 'Basiswiderstand' bezeichnet) neben der Transitfrequenz und der Basis-Kollektor-Kapazität eine der entscheidenden Transistorparameter, welche wichtige Kenngrößen wie die maximale Oszillationsfrequenz, die Verstärkung ('Gain'), die minimale Rauschzahl, Gatterverzögerungszeiten, etc. des Bipolartransistors bestimmen. Dabei entspricht der Basiswiderstand dem Widerstand zwischen der Basis bzw. dem eigentlichen Basisbereich und einem externen Kontakt, der über eine Verbindungsleitung mit der Basis verbunden ist.

20 Hinsichtlich der zuvor erwähnten Transistorparameter gilt beispielsweise für die maximale Oszillationsfrequenz  $f_{\max}$  des Bipolartransistors:

$$25 \quad f_{\max} \approx \sqrt{\frac{f_r}{8\pi \cdot R_B \cdot C_{BC}}} \quad , \quad \dots (1)$$

wobei  $f_r$  die Transitfrequenz,  $R_B$  den Basiswiderstand und  $C_{BC}$  die Basis-Kollektor-Kapazität des Bipolartransistors darstellen.

30 Für die minimale Rauschzahl  $F_{\min}$  eines Bipolartransistors gilt in Abhängigkeit von dem Basiswiderstand  $R_B$  und der Frequenz  $f$ :

$$35 \quad F_{\min} \approx 1 + \frac{1}{\beta} + \frac{f}{f_r} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot I_C}{V_r} \cdot R_B \cdot \left(1 + \frac{f_r^2}{\beta \cdot f^2}\right) + \frac{f_r^2}{\beta \cdot f^2}} \quad , \quad \dots (2)$$

mit  $\beta$  als Kleinsignal-Stromverstärkung,  $I_c$  als Kollektorstrom und  $V_T$  als thermischer Spannung des Bipolartransistors.

5 Aus den beiden Formeln (1) und (2) ist ersichtlich, dass der Basiswiderstand  $R_B$  für schnelle Schaltvorgänge und niedrige Rauschzahlen klein sein sollte. Ein Verfahren zum Reduzieren von Verlusten bei Bipolartransistoren ist die Verwendung einer Polysilizium-Elektrode zum Kontaktieren der Basis. Eine 10  $p^+$ -Polysiliziumschicht sieht für den Basisstrom einen nieder-ohmigen Pfad mit entsprechend geringer Kapazität vor.

Besonders kleine Basiswiderstände können beispielsweise durch Anwendung des Konzepts des sogenannten 'selbstjustierten 15 Doppelpolysilizium-Bipolartransistors' erzielt werden, wie es in „Self-Aligned Bipolar Transistors for High-Performance and Low-Power-Delay VLSI“, T.H. Ning et al., IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. ED-28, No. 9, Seiten 1010-1013, 1981, beschrieben ist. Dieses Konzept findet daher in nahezu allen 20 gängigen Produktionstechnologien für Höchstfrequenz-Bipolartransistoren Verwendung.

In der beiliegenden Figur ist ein derartiger selbstjustierter 25 npn-Doppelpolysilizium-Bipolartransistor in Querschnittsansicht dargestellt. Der Emitter 3 wird über eine  $n^+$ -dotierte Polysilizium-Elektrode 1 kontaktiert. Der  $p^+$ -dotierten Basis 4 ist eine  $p^+$ -Polysilizium-Elektrode 2 zugeordnet. Die selbstjustierte Emitter-Basis-Isolation 7 wird als 'Spacer' bezeichnet. Ferner sind unter der Emitterelektrode 3 eine 30 TEOS ('Tetraethoxysilan/Tetraethylorthosilikat') - Isolationsschicht 6 und unter der Basiselektrode 2 eine LOCOS ('Local Oxidation of Silicon') - Isolationsschicht 8 vorgesehen. In der Figur ist ebenfalls gestrichelt der Kollektorbereich 5 des Bipolartransistors (ohne zugehörige 35 Kollektorelektrode) angedeutet. Ein Verfahren zur Herstellung eines derartigen Bipolartransistors ist zum Beispiel in der EP-B1-0 535 350 beschrieben.

Bei einem selbstjustierten Doppelpolysilizium-Bipolartransistor, wie er in der Figur dargestellt ist, setzt sich der Basiswiderstand  $R_B$  im wesentlichen aus drei Anteilen zusammen, die im Folgenden als 'innerer' Widerstandsanteil  $R_{Bi}$ , als 'externer' Widerstandsanteil  $R_{Be}$  und als 'Link'-Widerstandsanteil  $R_{Bl}$  bezeichnet werden. Der innere Widerstandsanteil  $R_{Bi}$  entsteht durch den Widerstand im Basisgebiet 4 am aktiven Transistorbereich. Der externe Widerstandsanteil  $R_{Be}$  beschreibt den Widerstand der Polysilizium-Basiselektrode 2, welche zu dem externen Basiskontakt führt. Der Link-Widerstandsanteil  $R_{Bl}$  stellt den Basiswiderstand dar, der durch die niedrig dotierte Zone unter der selbstjustierten Emitter-Basis-Isolation, den Spacern 7, entsteht.

Bei heutigen Bipolartransistoren wird der gesamte Basiswiderstand  $R_B$  in der Regel durch die Summe aus dem inneren Widerstandsanteil  $R_{Bi}$  und dem Link-Widerstandsanteil  $R_{Bl}$  dominiert. Aufgrund fortschreitender lateraler Skalierung der Bauteile werden auch der innere Widerstandsanteil  $R_{Bi}$  und der Link-Widerstandsanteil  $R_{Bl}$  kontinuierlich reduziert. Gleichzeitig wird der externe Widerstandsanteil  $R_{Be}$  immer größer, da die mit der lateralen Skalierung verknüpfte vertikale Bauteilskalierung immer dünner Polysiliziumschichten als Anschlusselektroden erfordert und der Schichtwiderstand dieser Anschlussgebiete damit immer größer wird. Somit gewinnt der externe Widerstandsanteil  $R_{Be}$  für den gesamten Basiswiderstand  $R_B$  immer mehr an Bedeutung.

Um den Schichtwiderstand der Basiselektrode 2 möglichst gering zu halten, werden im allgemeinen mit Bor dotierte Polysiliziumschichten verwendet, wobei die Bor-Dotierung über der elektrisch aktivierbaren Konzentration von typischerweise größer als  $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  gewählt wird, um den kleinstmöglichen Schichtwiderstand zu erzielen. Man wählt das Bor-Dotieratom aufgrund der Überlegung, dass Bor wenig oder gar keine Auswirkungen auf das Kornwachstum hat und nicht dazu neigt,

sich während thermischer Bearbeitungsvorgänge an Korngrenzen abzusondern. Das Modell der Dotierstoffabsonderung nimmt an, dass die Leitfähigkeit durch Absonderung von Dotieratomen zu den Korngrenzen gesteuert wird, wo die Atome selbst gefangen werden und elektrisch inaktiv werden. Außerdem unterdrückt eine hohe Dotierstoffkonzentration an den Korngrenzen das Kornwachstum während des Aushärtens („Annealing“). Rückverteilung implantierter Dotierstoffe und größere Korngrößen während anschließender Aushärtungsschritte verändern die elektrischen und strukturellen Eigenschaften der Schichten, was den externen Widerstandsanteil  $R_{Be}$  des Basiswiderstands  $R_B$  deutlich beeinflusst. Das Hauptproblem stellt das Aushärtungsverhalten von Si-Proben mit Dotieratomen dar. Tatsächlich ist nur ein kleiner Anteil von etwa 10% der Dotieratome ionisiert. Es wird angenommen, dass inaktive, nicht-ausgeschiedene Dotieratome in Clusterform vorliegen; die Clusterbildung der Dotieratome findet bei der Aushärtungstemperatur oder alternativ hauptsächlich während des Abkühlens der Probe statt. Bei typischen Dotierungswerten von Bor größer als  $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  und einer Schichtdicke von 150-250 nm können minimale Schichtwiderstände von etwa 50-100  $\Omega/\square$  erzielt werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Bipolartransistor bereitzustellen, bei dem der Schichtwiderstand der Anschlusselektroden, insbesondere der Basiselektrode, weiter reduziert ist.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch einen Bipolartransistor mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. In den Unteransprüchen sind bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung angegeben.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, bei Bipolartransistoren anstelle herkömmlicher Polysiliziumelektroden Polysiliziumschichten zu verwenden, in welche Fremdatome eingebracht

sind, welche eine hohe Dichte an Gitterleerstellen im Elektrodenmaterial bewirken.

Als Fremdatome werden vorzugsweise C-, P- oder Ar-Atome, 5 besonders bevorzugt C-Atome verwendet. Die Dichte der Fremdatome in der Polysiliziumschicht liegt dabei vorzugsweise etwa im Bereich von  $10^{19}$ - $10^{21}$  cm $^{-3}$ .

10 Kohlenstoff mit einer hohen Löslichkeit in Silizium kann in dem Siliziumgitter sowohl an Zwischengitterplätzen als auch an den energetisch günstigeren Gitterplätzen im Austausch für ein Si-Atom eingebaut werden. Die C-Atome auf den Gitterplätzen fangen auf Zwischengitterplätzen vorhandene Si-Atome ein und bilden somit gebundene Zwischengitterkomplexe.

15 Aufgrund dieses Einfangmechanismus der C-Atome werden zusätzliche Gitterleerstellen erzeugt. Daher sieht der Kohlenstoff in der Polysiliziumschicht während des Aushärtens Senken für Zwischengitterplätze vor, wodurch eine Zwischengitterplatz-getriebene Clusterbildung von beispielsweise Bor- 20 Dotieratomen unterdrückt und damit die Menge und somit die Konzentration aktiver Dotieratome erhöht werden kann. Dies führt zu einem niedrigeren Schichtwiderstand der beispielsweise mit Bor dotierten Polysiliziumschicht und somit zu einem kleineren Basiswiderstand. Dieser Effekt kann 25 durch die Verwendung von Polysiliziumschichten aus polykristallinem Silizium-Germanium noch erhöht werden.

30 Da Kohlenstoff in der Halbleitertechnik allgemein verwendet wird und sowohl direkt während des Schichtwachstums als auch durch Ionenimplantation in die Polysiliziumschicht der Elektroden eingebracht werden kann, kann das oben beschriebene Konzept der Erfindung einfach und kostengünstig in Herstellungsverfahren von herkömmlichen Bipolartransistoren implementiert werden.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass C-Atome ohne wesentliche Störung des Si-Gitteraufbaus eingebaut werden können,

da selbst SiC nur ein um etwa 3% größeres Volumen als reines Si besitzt.

Obwohl sich die vorliegende Erfindung insbesondere auf 5 Bipolartransistoren bezieht, ist grundsätzlich auch der Einsatz bei anderen Transistorarten wie beispielsweise FET-, MOS- oder CMOS-Transistoren denkbar.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die 10 einzige Figur eines bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Hinsichtlich des in der Figur dargestellten Ausführungs- 15 beispiels kann zur Vermeidung von Wiederholungen weitgehend auf die obigen Ausführungen zum Stand der Technik verwiesen werden. In der Figur ist - wie bereits zuvor erwähnt - ein selbstjustierter npn-Bipolartransistor in Querschnitts- darstellung gezeigt.

10 Der Emitter 3 des Bipolartransistors ist über eine n<sup>+</sup>-dotierte Polysilium-Elektrode 1 kontaktiert, und der p<sup>+</sup>-dotierten Basis 4 ist eine p<sup>+</sup>-dotierte Polysilizium-Elektrode 2 zugeordnet. Spacer 7 sind als selbstjustierte Emitter-Basis-Isolation vorgesehen. Darüber hinaus ist unter der 15 Emitterelektrode 1 eine TEOS-Isolationsschicht 6 und unter der Basiselektrode 2 eine LOCOS-Isolationsschicht 8 vorgesehen. In der Figur ist ebenfalls der Kollektorbereich 5 des Bipolartransistors (gestrichelt) angedeutet.

0 Als Basiselektrode 2 wird eine Polysiliziumschicht verwendet, 5 in die C-Fremdatome mit einer Konzentration von  $10^{19}$ - $10^{21}$  cm<sup>-3</sup> eingebbracht worden sind. Dies kann entweder mittels Ionen-implantation oder alternativ ohne zusätzlichen Implantations- schritt direkt während des Schichtwachstums erfolgen. Zusätzlich wird die Polysiliziumschicht, wie bereits bekannt, mit 5 Bor-Atomen in einer Konzentration von größer als  $5 \times 10^{20}$  cm<sup>-3</sup> dotiert.

Die C-Fremdatome lagern sich an Zwischengitterplätzen und bevorzugt an den energetisch günstigeren Gitterplätzen in das Si-Gitter ein. Die C-Fremdatome auf den Gitterplätzen fangen 5 Si-Atome von Zwischengitterplätzen ein und bilden gebundene Zwischengitterkomplexe. Aufgrund dieser eingefangenen Si-Atome werden zusätzliche Gitterleerstellen mit einer geschätzten Dichte von etwa  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$  erzeugt. Die so gebildeten Si-C-Agglomerate sind bis etwa  $700^\circ\text{C}$  stabil, bei höheren 10 Temperaturen wandeln sie sich in  $\beta\text{-SiC}$  um, wobei das im Vergleich zu der Si-Matrix um etwa 3% etwas größere Volumen von SiC ebenfalls durch Gitterstellen leicht kompensiert werden kann, so dass keine unerwünschten Spannungen in den Elektroden entstehen. Der Kohlenstoff erzeugt auf diese Weise 15 während des Aushärtens in der Polysiliziumschicht Senken für Zwischengitterplätze, wodurch eine Zwischengitterplatz-getriebene Clusterbildung der Bor-Dotieratomen unterdrückt und damit die Menge aktiver Dotieratome erhöht werden kann.

20 Die so erzeugte höhere Konzentration aktiver Dotieratome führt zu einem niedrigeren Schichtwiderstand der mit Bor dotierten Polysiliziumschicht und somit zu einem kleineren Basiswiderstand. Dieser Effekt kann durch die Verwendung von Polysiliziumschichten aus polykristallinem Silizium-Germanium 5 noch erhöht werden.

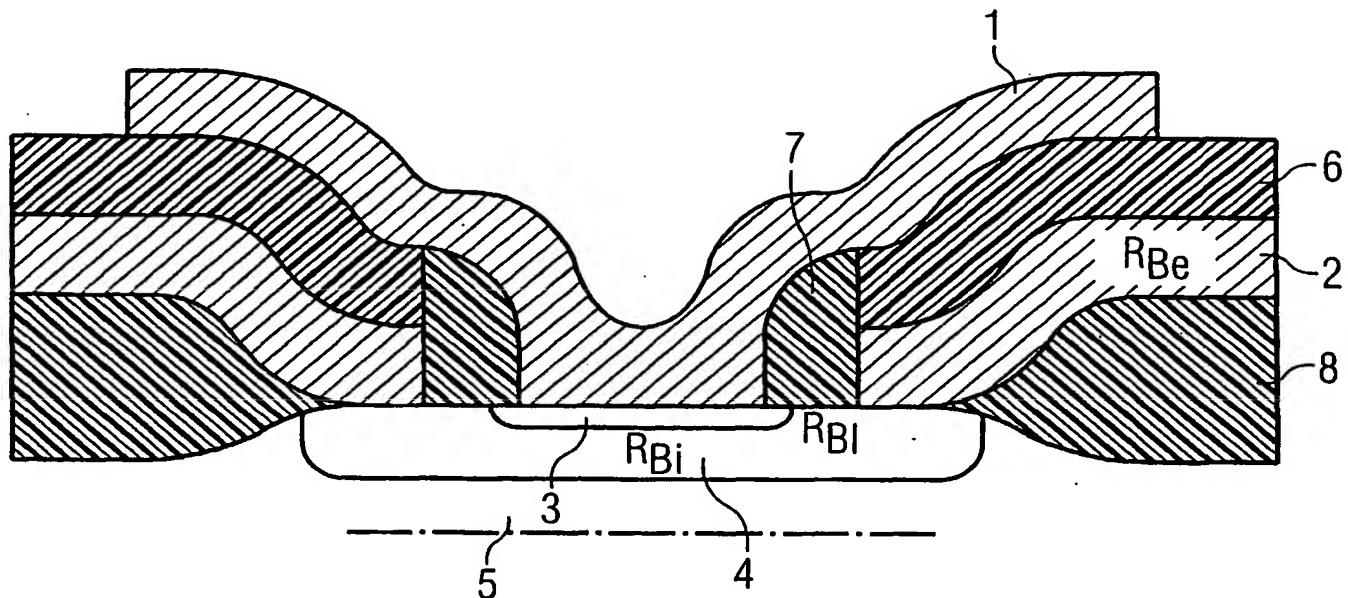
Selbstverständlich können alternativ oder zusätzlich zu der Basiselektrode 2 auch die Emittorelektrode 1 und die Kollektorelektrode in der erfindungsgemäßen Weise ausgebildet 0 werden.

## Patentansprüche

1. Bipolartransistor, mit  
einem über eine Emitterelektrode (1) elektrisch kontaktier-  
5 baren Emitterbereich (3);  
einem über eine Basiselektrode (2) elektrisch kontaktierbaren  
Basisbereich (4); und  
einem über eine Kollektorelektrode elektrisch kontaktierbaren  
Kollektorbereich (5),  
10 dadurch gekennzeichnet,  
dass wenigstens eine Elektrode der Emitter-, Basis- und  
Kollektorelektroden (1, 2) eine Polysiliziumschicht ist, in  
der Fremdatome eingebracht sind, die eine hohe Dichte an  
Gitterleerstellen in der Elektrode bewirken.  
15
2. Bipolartransistor nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Fremdatome C-, P- oder Ar-Atome sind.
- 20 3. Bipolartransistor nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Dichte der Fremdatome in der Polysiliziumschicht  
etwa im Bereich von  $10^{19}$ - $10^{21}$  cm $^{-3}$  liegt.
- 25 4. Bipolartransistor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Polysiliziumschicht mit Bor-Atomen dotiert ist.
- 30 5. Bipolartransistor nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Konzentration der Bor-Atome größer als  $5 \times 10^{20}$  cm $^{-3}$   
gewählt ist.
- 35 6. Bipolartransistor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die wenigstens eine Elektrode (1, 2) aus poly-  
kristallinem Silizium-Germanium besteht.

7. Bipolartransistor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die wenigstens eine Elektrode die Basiselektrode (2)  
5 ist.

8. Bipolartransistor nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Bipolartransistor ein selbstjustierter Bipolar-  
10 transistor ist.



Figur 1

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/07553

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01L29/732 H01L29/167

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category <sup>a</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 43 09 898 A (ROHM CO LTD) 7 October 1993 (1993-10-07) the whole document -----	1-5,7
X	US 4 437 897 A (KEMLAGE BERNARD M) 20 March 1984 (1984-03-20) the whole document -----	1,3-5,7, 8
X	EP 0 646 952 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 5 April 1995 (1995-04-05) abstract -----	1-3
A	US 5 049 964 A (SAKAI TETSUCHI ET AL) 17 September 1991 (1991-09-17) abstract column 4, line 32 - line 38 ----- -/-	1,4,5,7, 8

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

20 November 2003

Date of mailing of the International search report

02.12.2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Baillet, B

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/07553

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 541 444 A (OHMI TADAHIRO ET AL) 30 July 1996 (1996-07-30) abstract; figure 1 column 8, line 38 - column 43 -----	2, 6
A	LEE L S ET AL: "ARGON ION-IMPLANTATION ON POLYSILICON OR AMORPHOUS-SILICON FOR BORON PENETRATION SUPPRESSION IN P+ PMOSFET" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE INC. NEW YORK, US, vol. 45, no. 8, 1 August 1998 (1998-08-01), pages 1737-1744, XP000782428 ISSN: 0018-9383 the whole document -----	2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/07553

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
DE 4309898	A 07-10-1993	JP	5275681 A	22-10-1993
		JP	3312040 B2	05-08-2002
		JP	5283360 A	29-10-1993
		DE	4309898 A1	07-10-1993
		US	5407857 A	18-04-1995
US 4437897	A 20-03-1984	DE	3380889 D1	28-12-1989
		EP	0094482 A2	23-11-1983
		JP	1630743 C	26-12-1991
		JP	2051255 B	06-11-1990
		JP	58201358 A	24-11-1983
EP 0646952	A 05-04-1995	JP	7106452 A	21-04-1995
		DE	69408248 D1	05-03-1998
		DE	69408248 T2	09-07-1998
		EP	0646952 A2	05-04-1995
		KR	172985 B1	01-02-1999
		US	5471085 A	28-11-1995
US 5049964	A 17-09-1991	JP	1934193 C	26-05-1995
		JP	6058912 B	03-08-1994
		JP	61255064 A	12-11-1986
		CA	1241458 A1	30-08-1988
		DE	3679862 D1	25-07-1991
		EP	0201867 A2	20-11-1986
		EP	0409370 A2	23-01-1991
		KR	9008651 B1	26-11-1990
		US	4780427 A	25-10-1988
US 5541444	A 30-07-1996	JP	2746289 B2	06-05-1998
		JP	3097231 A	23-04-1991
		US	5854097 A	29-12-1998
		AT	229231 T	15-12-2002
		DE	69034023 D1	16-01-2003
		DE	69034023 T2	30-04-2003
		EP	0463165 A1	02-01-1992
		WO	9103841 A1	21-03-1991

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP 03/07553

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L29/732 H01L29/167

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprästof (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprästof gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 43 09 898 A (ROHM CO LTD) 7. Oktober 1993 (1993-10-07) das ganze Dokument	1-5,7
X	US 4 437 897 A (KEMLAGE BERNARD M) 20. März 1984 (1984-03-20) das ganze Dokument	1,3-5,7, 8
X	EP 0 646 952 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 5. April 1995 (1995-04-05) Zusammenfassung	1-3
A	US 5 049 964 A (SAKAI TETSUCHI ET AL) 17. September 1991 (1991-09-17) Zusammenfassung Spalte 4, Zeile 32 - Zeile 38	1,4,5,7, 8
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonderlich bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgetragen)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung,

eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht wurden, ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"a" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses des internationalen Recherche

Absendeadatum des Internationalen Recherchenberichts

20. November 2003

02.12.2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5018 Patentamt 2  
NL - 2280 MV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 91 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Baillet, B

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07553

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 541 444 A (OHMI TADAHIRO ET AL) 30. Juli 1996 (1996-07-30) Zusammenfassung; Abbildung 1 Spalte 8, Zeile 38 - Spalte 43 -----	2, 6
A	LEE L S ET AL: "ARGON ION-IMPLANTATION ON POLYSILICON OR AMORPHOUS-SILICON FOR BORON PENETRATION SUPPRESSION IN P+ PMOSFET" IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, IEEE INC. NEW YORK, US, Bd. 45, Nr. 8, 1. August 1998 (1998-08-01), Seiten 1737-1744, XP000782428 ISSN: 0018-9383 das ganze Dokument -----	2

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/07553

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 4309898	A	07-10-1993		JP 5275681 A		22-10-1993
				JP 3312040 B2		05-08-2002
				JP 5283360 A		29-10-1993
				DE 4309898 A1		07-10-1993
				US 5407857 A		18-04-1995
US 4437897	A	20-03-1984		DE 3380889 D1		28-12-1989
				EP 0094482 A2		23-11-1983
				JP 1630743 C		26-12-1991
				JP 2051255 B		06-11-1990
				JP 58201358 A		24-11-1983
EP 0646952	A	05-04-1995		JP 7106452 A		21-04-1995
				DE 69408248 D1		05-03-1998
				DE 69408248 T2		09-07-1998
				EP 0646952 A2		05-04-1995
				KR 172985 B1		01-02-1999
				US 5471085 A		28-11-1995
US 5049964	A	17-09-1991		JP 1934193 C		26-05-1995
				JP 6058912 B		03-08-1994
				JP 61255064 A		12-11-1986
				CA 1241458 A1		30-08-1988
				DE 3679862 D1		25-07-1991
				EP 0201867 A2		20-11-1986
				EP 0409370 A2		23-01-1991
				KR 9008651 B1		26-11-1990
				US 4780427 A		25-10-1988
US 5541444	A	30-07-1996		JP 2746289 B2		06-05-1998
				JP 3097231 A		23-04-1991
				US 5854097 A		29-12-1998
				AT 229231 T		15-12-2002
				DE 69034023 D1		16-01-2003
				DE 69034023 T2		30-04-2003
				EP 0463165 A1		02-01-1992
				WO 9103841 A1		21-03-1991